

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif dan metoda eksperimen. Metoda deskriptif meliputi proses studi literatur untuk mencari referensi mengenai pengukuran menggunakan sensor kekeruhan air dan mempelajari tentang komunikasi digital beserta konsep fisika yang terjadi pada sensor dan komunikasi digital tersebut. Dan metoda eksperimen digunakan untuk merancang dan membuat sistem telemetri kekeruhan air yang berawal dengan perancangan dan pembuatan *hardware* dan *software*, persiapan sampel kekeruhan air, pengujian karakteristik sensor kekeruhan air SEN0189, pengujian daya pancar pada sistem telemetri. Penelitian dilaksanakan pada September 2018-April 2019 dan bertempat di Laboratorium Instrumentasi Fisika Gedung FPMIPA-B dan Gedung FPMIPA-A Universitas Pendidikan Indonesia.

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian berupa langkah-langkah yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 3.1 berupa diagram alir penelitian dan diagram tersebut dapat dijelaskan secara rinci sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini dilakukan pengkajian mengenai kekeruhan air dan mempelajari cara menggunakan dan cara kerja sensor kekeruhan air SEN0189 selain mempelajari kekeruhan air pada tahap ini juga dipelajari mengenai dasar-dasar komunikasi digital khususnya yang berhubungan dengan pengukuran jarak jauh atau sistem telemetri.

2. Pembuatan Sampel Pengkeruh Air

Pada tahap ini dilakukan pembuatan sampel pengkeruh air dari tanah gambut sehingga tanah yang digunakan untuk sampel pengkeruh adalah tanah yang memiliki ukuran dengan diameter yang diinginkan yaitu tanah sedimen dengan kategori *silt*.

3. Karakterisasi Sensor Kekeruhan Air SEN0189

Wahyu Luqmanul Hakim, 2019

ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMETRI KEKERUHAN AIR BERBASIS
MIKROKONTROLER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Pada tahap ini dilakukan pengujian sensor dengan cara pengambilan data tegangan keluaran dari sensor kekeruhan air ketika mengukur air akuades pada suatu wadah air yang diberi variasi jumlah sedimen yang akan mempengaruhi konsentrasi sedimen pada air akuades dan mempengaruhi kekeruhan air pada wadah tersebut.

4. Perancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat keras meliputi tahap perancangan skematik rangkaian sistem telemetri kekeruhan air dan tahap pembuatan shield untuk mikrokontroler menggunakan *software* EAGLE (*Easily Applicable Graphical Layout Editor*) hal ini dilakukan agar mempermudah dalam proses wiring antar komponen dengan mikrokontroler.

Sedangkan perancangan perangkat lunak (*software*) pada penelitian ini meliputi tahap perancangan flow chart pemrograman sebagai panduan dalam pembuatan program pada board Arduino.

5. Pembuatan Perancangan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Pembuatan perangkat keras meliputi tahapan yang dilakukan dalam pembuatan board yang berisi rangkaian untuk sistem telemetri kekeruhan air secara keseluruhan untuk shield mikrokontroler menggunakan perangkat lunak EAGLE.

Pembuatan perangkat lunak meliputi tahapan yang dilakukan untuk pembuatan program mikrokontroler menggunakan *software* Arduino IDE sehingga dapat mengoperasikan pengukuran kekeruhan air yang dapat dikirimkan menggunakan modul komunikasi *transceiver* nRF24L01+.

6. Pengujian Sistem Telemetri

Setelah pembuatan alat dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah pengujian sistem telemetri. Pengujian dilakukan dengan menguji daya pancar modul *transceiver* dengan menggunakan variasi jarak pengiriman data menuju perangkat penerima.

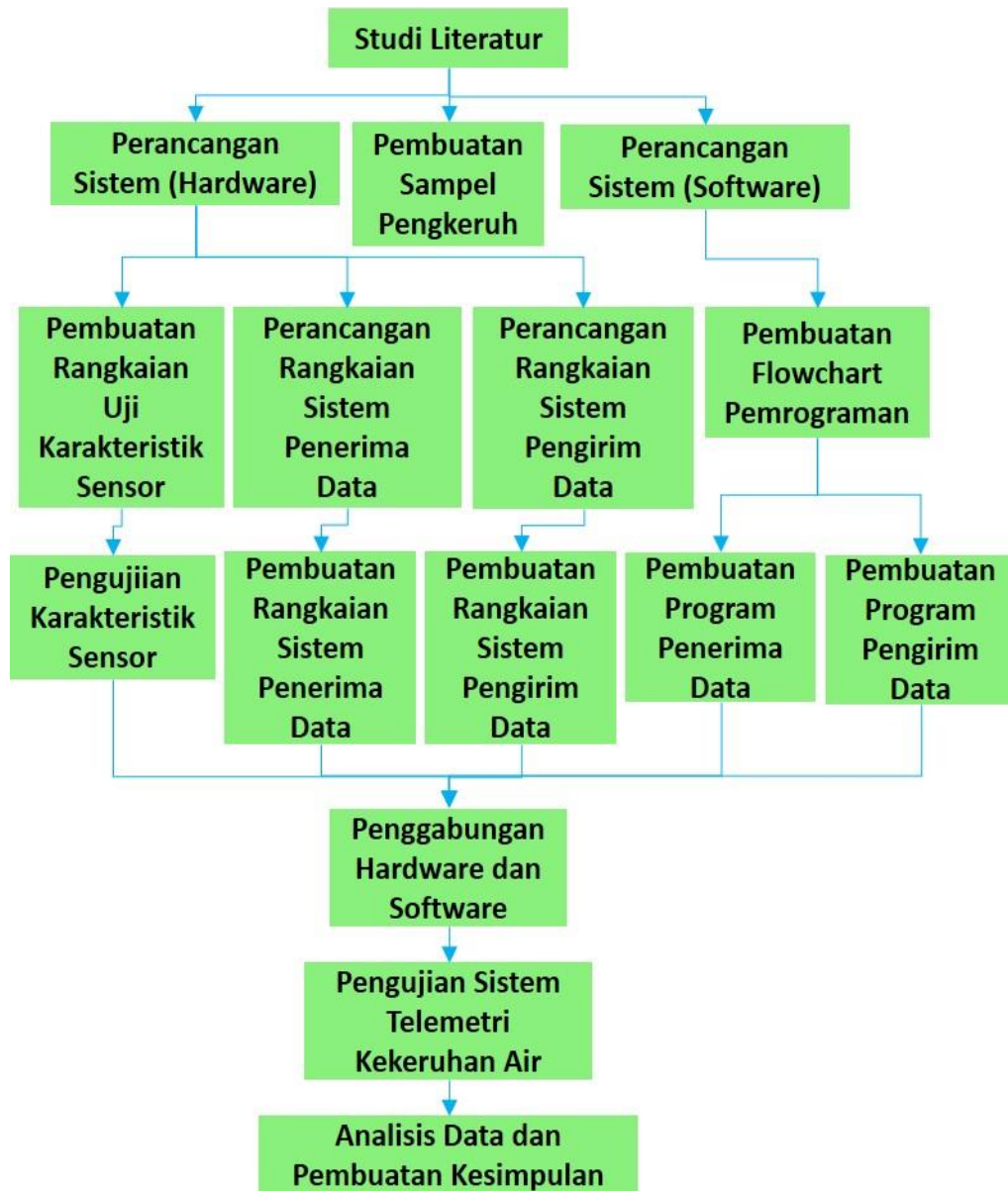
7. Analisis Data

Setelah data dan hasil uji telah dilakukan, maka analisis terhadap pengujian karakteristik kekeruhan air dilakukan untuk memperoleh nilai sensitivitas dan jangkauan pengukuran sensor kekeruhan air SEN0189. Dari data hasil pengujian daya pancar akan diperoleh hubungan penurunan daya pancar atau atenuasi ketika pengujian Wahyu Luqmanul Hakim, 2019

ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMETRI KEKERUHAN AIR BERBASIS MIKROKONTROLER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

dengan variasi jarak diberikan pada saat proses pengiriman dan penerimaan data dilakukan. Dari hasil analisis dapat ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dan hasil akhir dari serangkaian proses diatas akan ditulis dalam sebuah tugas akhir berupa skripsi.



Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian

3.3 Alat dan Bahan

Wahyu Luqmanul Hakim, 2019

ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMETRI KEKERUHAN AIR BERBASIS MIKROKONTROLER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Pada penelitian ini, untuk dapat merangkai *hardware* sistem telemetri kekeruhan air dibutuhkan komponen elektronika untuk menyusun keseluruhan alat. Komponen elektronik yang digunakan telah ditunjukkan pada tabel 3.1

Tabel 3.1
Komponen penyusun *hardware* sistem telemetri kekeruhan air

Komponen Elektronika	Spesifikasi	Keterangan
Arduino nano	ATmega328P	2 buah
Arduino uno	ATmega328P	1 buah
Modul sensor kekeruhan air	SEN0189	2 buah
Modul <i>transceiver</i> nrf24l01+	2,4 GHz	3 buah
Modul LCD I2C		1 buah
<i>DC to DC Step Down</i>	LM2596	2 buah
<i>Power supply switching mode</i>	12 V – 3 A	2 buah
Adaptor nRF24L01+		3 buah

Selain komponen *hardware*, dibutuhkan juga alat untuk membantu proses pengujian pada saat penyimpanan data pada saat dilakukan pengujian kinerja pengiriman data sehingga dibutuhkan *software* yang dapat melakukan data logger dan dapat diintegrasikan menggunakan mikrokontroler. Spesifikasi lengkap mengenai komponen elektronika yang digunakan dan *software* data *logger* yang digunakan dijelaskan lebih lanjut pada sub-bab berikutnya.

Untuk pengujian sensor kekeruhan air SEN0189 dibutuhkan sampel pengkeruh air yang dapat digunakan untuk menguji sensor tersebut. Alat dan bahan yang digunakan untuk melakukan persiapan dan pembuatan sampel uji kekeruhan air dan pengujian sensor kekeruhan air SEN0189 ditunjukkan oleh tabel 3.2.

Tabel 3.2
Alat dan bahan pembuatan sampel kekeruhan air

Alat dan Bahan	Spesifikasi	Keterangan
Timbangan	Min 0.01 g	1 buah
Saringan	Ukuran Lubang 250 μm dan 60 μm	1 buah
Tanah Gambut		500g
Akuades		5 liter
Gelas Ukur	100 ml	1 buah
Wadah Air	600 ml	1 buah
Oven		1 buah

3.3.1 Sensor Kekeruhan Air SEN0189



Gambar 3.2 Sensor kekeruhan air SEN0189

Sumber: (DFrobot, 2017)

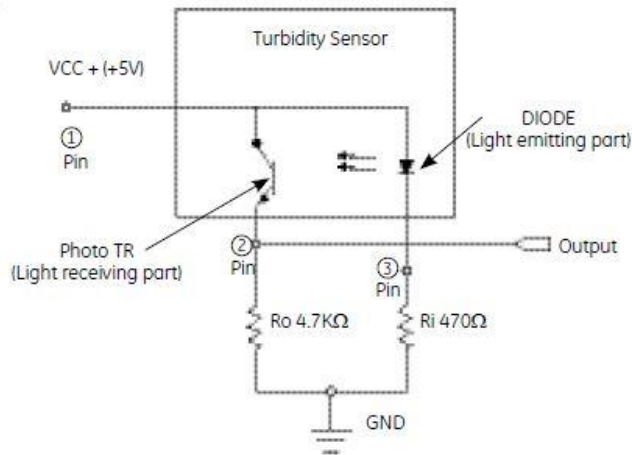
Sensor SEN0189 seperti pada Gambar 3.2 Gambar 3.3 adalah Sensor yang dapat mengukur kekeruhan air. Sensor ini menggunakan sebuah fototransistor dan sebuah *infrared led* sebagai komponen utama. Jumlah cahaya dari *infrared led* yang mengenai fototransistor akan dimanfaatkan untuk mengukur tingkat kekeruhan air (DFrobot, 2017). Sensor ini bekerja pada tegangan operasi sebesar 5 volt dan memiliki output

Wahyu Luqmanul Hakim, 2019

ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMETRI KEKERUHAN AIR BERBASIS MIKROKONTROLER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

berupa sinyal analog. Sensor ini juga telah dilengkapi dengan penguat sinyal seperti pada Gambar 3.2 yang sudah menjadi satu kesatuan dengan detektor kekeruhan air tersebut.



Gambar 3.3. Rangkaian dalam pada sensor kekeruhan air SEN0189

Sumber: (DFRobot, 2017)

3.3.2 Modul *Transceiver* nRF24L01+PA+LNA



Gambar 3.4 (a) Adaptor *supply* 5V untuk nRF24L01+ (b) Modul komunikasi *transceiver* nRF24L01+PA+LNA

Sumber: (LastMinuteEngineers.com, 2019)

Modul komunikasi nRF24L01+PA+LNA adalah sebuah modul *transceiver* radio yang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz ISM (*Industrial, Scientific, and Medical*) dan menggunakan modulasi GFSK (*Gaussian frequency-shift keying*) untuk transmisi datanya (Af'idah, Rochim, & Widiyanto, 2014). Pada gambar 3.4 (b) modul komunikasi

Wahyu Luqmanul Hakim, 2019

ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMETRI KEKERUHAN AIR BERBASIS MIKROKONTROLER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

nRF24L01+ memiliki sebuah antena yaitu antena tipe *rubber-duck antena*. Antena tersebut merupakan antena yang memiliki ukuran yang lebih pendek dari panjang gelombang sinyal yang akan digunakan untuk mengirim atau menerima data. Antena tersebut dibentuk oleh sebuah kawat elastis yang membentuk sebuah heliks yang dilapisi oleh karet atau plastik untuk melindungi antena tersebut. Spesifikasi nRF24L01 dijelaskan pada Tabel 3.3.

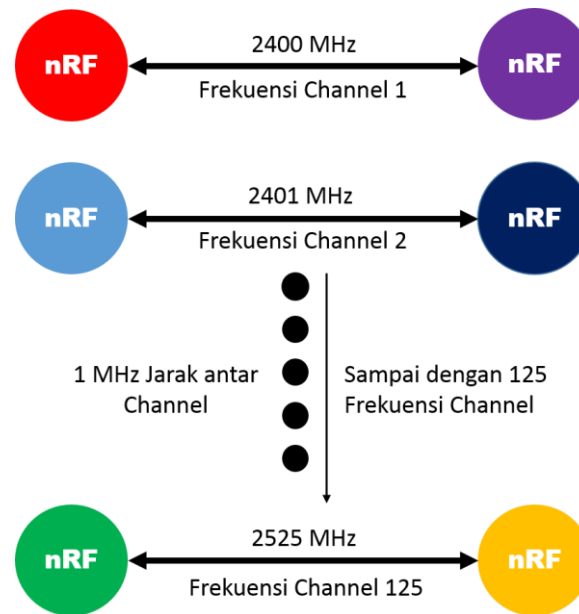
Tabel 3.3
Spesifikasi nRF24L01+PA+LNA
Sumber: (Nordic Semiconductor, 2008)

Parameter	Spesifikasi
Rentang Frekuensi	2,400 – 2,525 GHz ISM Band
Kecepatan Data Rata-Rata	250 Kbps, 1 Mbps, 2 Mbps
Format Modulasi	GFSK
Daya Keluaran	0 dBm, -6 dBm, -12 dBm or -18 dBm
Tegangan Operasi	1.9 V to 3.6 V
Komunikasi Antarmuka	SPI
Antena	<i>Duck antena</i>
Pola Radiasi	<i>Omnidirectional</i>

Modul komunikasi nRF24L01+PA+LNA seperti pada gambar 3.4 (b) memiliki 8 pin yaitu VCC (bekerja pada daya 1,9 V-3,6 V), GND, CE (*Chip Enable*), CSN (*Chip Select Not*), MOSI (*Master Out Slave In*) adalah input komunikasi SPI ke nRF, MISO (*Master In Slave Out*) adalah output komunikasi SPI dari nRF, SCK (*Serial Clock*) adalah pin yang menerima sinyal *clock* dari komunikasi SPI, IRQ. Rangkaian pada IC nRF24L01+ yang membangkitkan sinyal radio sangat sensitif terhadap *noise* pada catu

Wahyu Luqmanul Hakim, 2019

daya, dan untuk mengurangi *noise* pada catu daya maka dibutuhkan adaptor seperti pada gambar 3.4 (a). Adaptor ini memiliki 8-pin konektor dengan 6-pin untuk SPI dan koneksi *interrupt* dan konektor 2-pin untuk input daya. 8-pin konektor ini dapat dihubungkan dengan modul nRF24L01+PA+LNA. Pada modul adaptor memiliki regulator tegangan 3,3 volt dan satu set kapasitor filter, sehingga memungkinkan untuk memberikan tegangan operasi sebesar 5 volt. Modul komunikasi nRF24L01+ memiliki kemampuan untuk dapat menerima data secara langsung dari banyak pengirim data. Setiap pengirim data akan memiliki alamat data masing-masing untuk beroperasi. Maksimum pengirim data dapat bekerja terhadap satu penerima data sebanyak 6 pengirim data (Nordic Semiconductor, 2008)



Gambar 3.5 Pembagian *channel* pada frekuensi operasi nRF24L01+

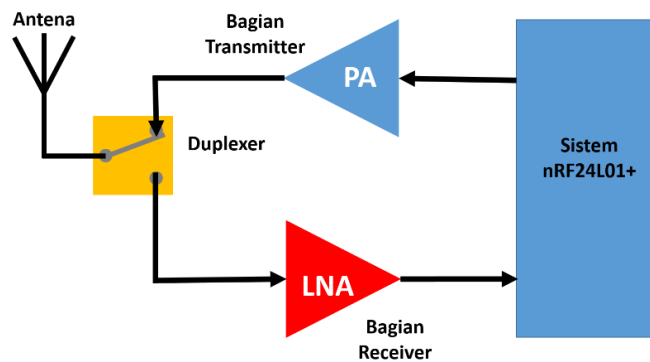
Transceiver ini bekerja pada frekuensi spesifik yang disebut dengan *channel*. Agar pengirim pesan dan penerimanya dapat berkomunikasi, maka *channel* antara pengirim dan penerima harus sama. Rentang frekuensi spesifik yang dapat digunakan pada frekuensi kerja adalah antara 2,400 -2,525 GHz skema pembagian *channel* dapat diilustrasikan menggunakan Gambar 3.5 dan untuk mengetahui frekuensi yang

digunakan ketika menggunakan salah satu *channel* dapat diketahui menggunakan persamaan 3.1 sebagai berikut:

$$\text{Frekuensi} = 2400 \text{ MHz} + \text{Channel} (0 \text{ MHz} - 125 \text{ MHz}) \quad (3.1)$$

Pada kecepatan pengiriman data 250 Kbps dan 1 Mbps, memiliki resolusi *channel* frekuensi spesifik *bandwidth* yang ditempati sebesar 1 MHz yang memungkinkan untuk dapat memiliki 125 *channel* dengan jarak antar *channel* sebesar 1 MHz. Dan untuk kecepatan pengiriman data 2 Mbps memiliki *bandwidth* yang ditempati lebih besar yaitu 2 MHz. Agar dapat memastikan tidak adanya tumpang tindih antar *channel* maka dibutuhkan 2 MHz jarak antar *channel* sehingga resolusi *channel* yang dapat digunakan lebih besar dari resolusi *channel* frekuensi spesifik (LastMinuteEngineers.com, 2019).

Modul *transceiver* nRF24L01+ selain memiliki antena seperti pada gambar 3.4 (b) pada rangkaian elektroniknya modul tersebut sudah dilengkapi dengan IC PA dan LNA. IC PA (*Power Amplification*) dapat meningkatkan sinyal yang dikirimkan dari IC nRF24L01+ sehingga dapat meningkatkan daya pancar yang diradiasikan. Sedangkan IC LNA (*Low Noise Amplifier*) berfungsi untuk meningkatkan sensitifitas yang dimiliki oleh modul komunikasi ini sehingga memungkinkan untuk mendeteksi sinyal yang lemah dari antena sehingga dapat ditingkatkan ke tingkatan sinyal yang kuat sehingga dapat terdeteksi oleh modul nRF24L01+ ini. Pada gambar 3.6 ditunjukkan bahwa IC PA digunakan pada saat pengiriman dilakukan dan IC LNA digunakan pada saat penerimaan dilakukan telah dipisahkan menggunakan *duplexer* yang dapat memisahkan dua sinyal yang berbeda sehingga sinyal yang kuat dari PA dapat dipisahkan dari sinyal sensitif yang dimiliki oleh LNA (Schweber, 2013).



Gambar 3.6 Diagram blok PA (*Power Amplifier*) dan (*Low Noise Amplifier*)

3.3.3 Mikrokontroler Arduino Uno



Gambar 3.7 Mikrokontroler arduino uno

Sumber: (Banzi & Shiloh, 2014)

Arduino uno adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328P yang memiliki 14 pin input/output digital, 6 input analog, kristal *quartz* 16 MHz, koneksi USB, sambungan *jack*, header ICSP dan tombol reset. Untuk menggunakannya cukup menghubungkan board arduino uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau dengan menghubungkan langsung ke listrik AC dengan adaptor DC atau menggunakan baterai untuk dapat dioperasikan. (Ferdoush & Li, 2014)

3.3.4 Mikrokontroler Arduino Nano

Arduino nano adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega328P yang memiliki desain seperti pada Gambar 3.8 dengan bentuk yang lebih kecil dari arduino uno dengan ukuran 18 x 45 mm. Arduino nano memiliki 8 pin analog input, dan 14 pin input/output digital. Arduino nano bekerja pada tegangan 5 volt dan hanya tidak

Wahyu Luqmanul Hakim, 2019

ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMETRI KEKERUHAN AIR BERBASIS MIKROKONTROLER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

memiliki sambungan jack untuk tegangan DC dan bekerja menggunakan kabel sambungan mini-B USB untuk mengunggah program yang telah dibuat (Kautsar dkk., 2016).



Gambar 3.8 Mikrokontroler arduino nano

Sumber: (Banzi & Shiloh, 2014)

3.3.5 LCD (*Liquid Crystal Display*) dan Modul I2C



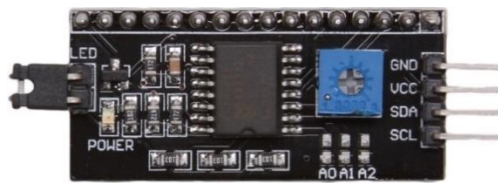
Gambar 3.9 Modul LCD 16x2 karakter

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Penggunaan LCD sebagai media penampil sudah banyak dipergunakan karena penggunaannya yang sangat efektif dan efisien. LCD dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak dot atau titik LCD dan mikrokontroler yang menempel pada bagian belakang panel LCD yang berfungsi untuk mengatur titik-titik LCD sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca. Adapun tampilan dari LCD 16x2 seperti pada Gambar 3.9 memiliki 14 kaki yaitu, 3 kaki untuk catu daya (VSS, VDD, VEE), 3 kaki untuk control (RS, RW, dan EN), dan 8 kaki untuk pengiriman data (D0-D07) (Wibisono, 2013).

Wahyu Luqmanul Hakim, 2019

ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMETRI KEKERUHAN AIR BERBASIS
MIKROKONTROLER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

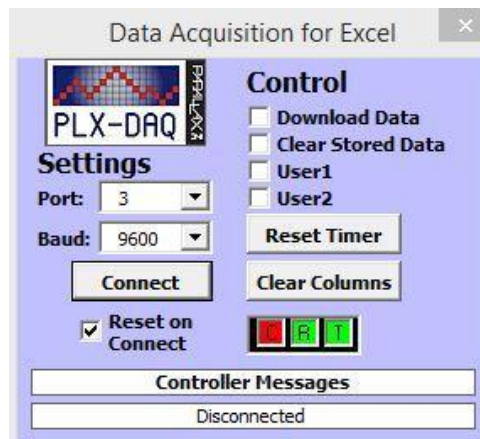


Gambar 3.10 Modul I2C untuk LCD

Sumber: (Ajie, 2016)

Untuk dapat meminimalisir penggunaan kabel *jumper* untuk menghubungkan langsung ke arduino uno dan untuk mengurangi jumlah pin yang digunakan maka digunakan modul IIC LCM1602 seperti pada Gambar 3.10 agar jalur komunikasi LCD dapat dikendalikan dengan dua jalur yaitu melalui *Serial Data* dan *Serial Clock* pada modul I2C (*Inter-Integrated Circuit*) dengan menggunakan modul I2C ini maka penggunaan pin pada arduino dapat berkurang (Ajie, 2016).

3.3.6 Data Logger



Gambar 3.11 Tampilan PLX-DAQ

Data *logger* adalah sebuah proses otomatisasi dalam pengumpulan dan perekaman data yang diperoleh dari sensor untuk tujuan penyimpanan data tersebut ataupun untuk keperluan analisis dari data yang telah diperoleh. Agar data dapat disimpan dengan baik dibutuhkan penyimpanan memori khusus yang dapat menyimpan data dan untuk keperluan analisis dibutuhkan suatu modul yang dapat

Wahyu Luqmanul Hakim, 2019

ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMETRI KEKERUHAN AIR BERBASIS MIKROKONTROLER

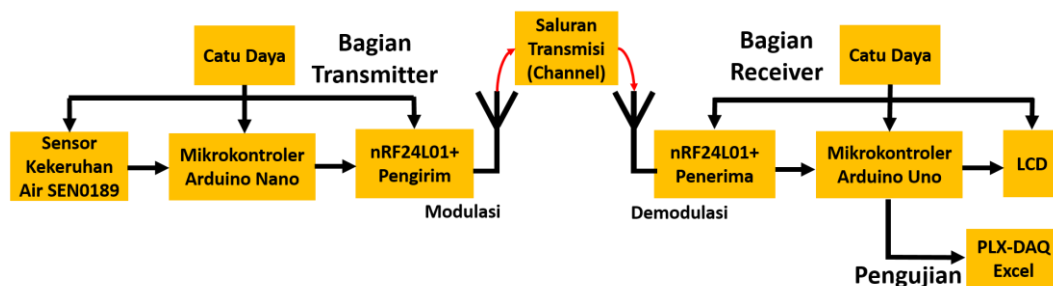
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

merekam waktu kejadian pada saat data dikirim menuju penyimpanan tersebut (Frost, 1999).

Untuk melakukan data logger digunakan *software* Parallax Data Acquisition tool (PLX-DAQ), *software* ini terintegrasi dengan Microsoft Excel dan dapat dihubungkan ke mikrokontroler sehingga data yang telah diperoleh dari mikrokontroler dapat disimpan langsung menggunakan Excel setelah perintah untuk menyimpan semua data diberikan pada saat memprogram mikrokontroler, *software* ini juga mendukung untuk pengambilan data secara *real-time* dengan menunjukkan waktu pengambilan data serta dapat langsung membuat grafik dari hasil plot pengambilan data secara *real-time* tersebut.

3.4 Diagram Blok Sistem

Keseluruhan sistem telemetry kekeruhan air menggunakan modul *transceiver* nRF24L01+ terdiri dari beberapa komponen yang memiliki hubungan satu sama lain sehingga membentuk blok sistem pengirim data dan penerima data. Hubungan antara semua komponen ini dijelaskan pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Diagram blok sistem pengirim dan penerima data kekeruhan air

Gambar 3.12 menunjukkan 3 bagian blok sistem yaitu blok sistem yang menjelaskan bagian pengirim data, blok sistem yang menjelaskan bagian penerima data, dan blok sistem yang menjelaskan peristiwa modulasi dan demodulasi.

Blok pertama adalah blok bagian pengirim data yang berisi sebuah sumber tegangan berupa catu daya yang memberikan 5V DC untuk dapat mengoperasikan sensor kekeruhan air SEN0189, mikrokontroler arduino nano, dan nRF24L01+. Setelah

3 komponen tersebut diberi tegangan maka komponen tersebut akan beroperasi dengan perannya masing-masing. Sensor kekeruhan air SEN0189 akan bekerja untuk mengukur kekeruhan air dan hasil dari pengukuran kekeruhan air tersebut akan diproses ke dalam mikrokontroler dan setelahnya data kekeruhan air tersebut akan dikirim menggunakan modul *transceiver* nRF24L01+ menuju perangkat penerima data.

Blok kedua adalah blok terjadinya peristiwa modulasi dan demodulasi. Modulasi adalah peristiwa dimana sinyal informasi ditumpangkan pada suatu sinyal pembawa (*carrier*) yang memiliki frekuensi yang lebih tinggi dari sinyal informasi dan sesuai dengan media transmisi tempat sinyal akan dikirim menuju perangkat penerima sinyal informasi yang sudah termodulasi tersebut. Ketika sinyal yang termodulasi tersebut diterima oleh perangkat penerima data maka sinyal tersebut akan didemodulasi. Demodulasi adalah peristiwa dimana sinyal informasi dan sinyal pembawa dipisahkan sehingga sinyal informasi dapat diproses.

Blok ketiga adalah blok bagian penerima data yang memiliki sumber tegangan berupa catu daya yang dapat memberikan tegangan sebesar 5V untuk dapat mengoperasikan arduino uno, nRF24L01+, dan modul *transceiver* nRF24L01+. Sinyal informasi yang telah didemodulasi oleh nRF24L01+ akan diproses oleh arduino uno agar data yang diterima dapat ditampilkan melalui LCD. Pada saat melakukan pengujian dibutuhkan perangkat lunak yang dapat menyimpan dan mencatat data pada saat pengujian dilakukan. Agar hal tersebut dapat dilakukan layar LCD tidak digunakan dan digantikan menggunakan PLX-DAQ yang dapat terintegrasi dengan Microsoft Excel sehingga proses pencatatan data dapat disimpan dalam file Excel.

3.5 Persiapan dan Pengujian Sampel Kekeruhan Air

Proses pembuatan sampel dilakukan di Laboratorium Fisika Instrumentasi gedung FPMIPA B pada Kamis 29 Maret 2018 dengan menggunakan alat penyaring *test sieve analysis* seperti pada Gambar 3.13 dengan diameter celah saringan sebesar 45 μm , 60 μm , 250 μm .

Wahyu Luqmanul Hakim, 2019

ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMETRI KEKERUHAN AIR BERBASIS
MIKROKONTROLER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.13 Penyaring *test sieve analysis*

Penyaringan dilakukan dengan cara merendam tanah gambut dengan menggunakan air sehingga diperoleh tanah dengan diameter yang lebih kecil, tanah yang dapat melewati saringan dengan diameter 250 μm akan dikeringkan menggunakan oven sampai benar benar kering. Setelah tanah dengan diameter 250 μm kering, maka dilakukan proses penyaringan kembali dengan menggunakan air agar partikel tanah yang bersatu dapat terpisah sehingga dapat melewati saringan dengan diameter 60 μm , setelah mendapatkan tanah dengan diameter 60 μm , dilakukan pengeringan tanah agar tanah tidak dalam keadaan basah, pengeringan tanah menggunakan oven selama satu jam. Setelah tanah tersebut kering dilakukan penyaringan kembali menggunakan saringan dengan diameter 60 μm secara berulang sehingga diperoleh tanah sedimen yang memiliki diameter dibawah 60 μm .

Persamaan 2.1 yaitu persamaan yang menunjukkan hubungan kekeruhan air terhadap konsentrasi sedimen di dalam air dapat digunakan untuk pengujian karakteristik sensor SEN0189 dengan menggunakan prosedur sebagai berikut:

1. Mempersiapkan sensor kekeruhan air yang telah dihubungkan dengan menggunakan catu daya pada pin daya sensor dan multimeter pada pin tegangan keluaran sensor SEN0189.
2. Mengisi air akuades kedalam suatu wadah dengan menggunakan gelas ukur.
3. Mengkalibrasi timbangan digital ke 0 gram ketika diberikan wadah kertas untuk menyimpan sedimen agar massa kertas tidak dihitung oleh timbangan.
4. Menaruh beberapa sedimen sesuai yang dibutuhkan keatas timbangan yang telah diberi wadah kertas seperti pada Gambar 3.14.

Wahyu Luqmanul Hakim, 2019

ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMETRI KEKERUHAN AIR BERBASIS MIKROKONTROLER

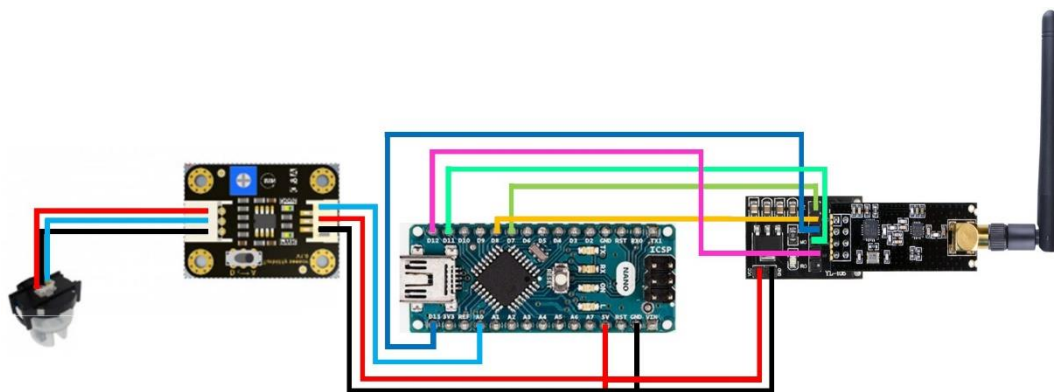
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

5. Memasukkan sedimen yang telah ditimbang ke dalam air akuades yang telah disiapkan
6. Mengaduk sedimen yang telah terkonsentrasi di dalam air menggunakan pengaduk agar tidak terjadi endapan saat pengukuran dilakukan.
7. Memasukkan sensor kekeruhan air dan mencatat data tegangan keluaran dari sensor kekeruhan air SEN0189 tersebut



Gambar 3.14 Proses penimbangan massa sedimen menggunakan timbangan digital

3.6 Perancangan Sistem Pengirim Data



Gambar 3.15 Skematik rangkaian pengirim data kekeruhan air

Sistem pengirim data dirancang dengan menggunakan mikrokontroler arduino nano sebagai pemroses perintah yang akan diberikan. Pada rangkaian pengirim data terdapat sensor SEN0189 yang akan mendeteksi nilai kekeruhan air dan nilai tersebut dapat langsung dikirimkan menggunakan modul *transceiver* nRF24L01+. Terdapat dua pengirim data kekeruhan air dengan rancangan yang sama seperti pada Gambar 3.15 perbedaan yang signifikan ada pada programnya yaitu pada pengalamanan data. Pada saat proses pengujian pengiriman data, data kekeruhan air yang dikirimkan akan disimpan dalam Microsoft Excel menggunakan aplikasi PLX-DAQ agar proses pengolahan data dapat dilakukan secara *real time*.

Tabel 3.4
Konfigurasi pin seluruh komponen dengan arduino nano

Komponen	Pin Komponen	Pin Arduino Nano
Sensor Kekeruhan Air SEN0189	VCC	5V
	GND	GND
	Output	A0
nRF24L01+PA+LNA	VCC	5V
	GND	GND
	CE	D7
	CSN	D8
	MOSI	D11
	MISO	D12
	SCK	D13

Tabel 3.4 menunjukkan konfigurasi pin tiap komponen dari hasil perancangan pada Gambar 3.15 setelah melakukan perancangan perangkat keras, dilanjutkan dengan melakukan perancangan perangkat lunak. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat diagram alir yang berupa langkah-langkah pemrograman sistem pengiriman data kekeruhan air. Diagram alir pemrograman ditunjukkan pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Diagram alir pemrograman sistem pengiriman data kekeruhan air

Dengan menggunakan skema berfikir dari diagram alir pada Gambar 3.16 maka pembuatan program pada *software* Arduino IDE dapat dilakukan. Program untuk sistem telemetri kekeruhan air untuk perangkat pengirim data kekeruhan air dibuat untuk dua perangkat pengirim data kekeruhan air. Gambar 3.17, 3.18, 3.19 menunjukkan *sketch* keseluruhan yang digunakan untuk pemrograman perangkat pengirim data atau *transmitter*.

<pre>//input library untuk nRF24L01 #include <SPI.h> #include <RF24.h> //inisiasi tipe data variabel float sensorValue; float tegangan; float kekeruhan1; //inisiasi pin nRF24L01+ dengan arduino RF24 radio(7, 8); //inisiasi pembuatan alamat komunikasi untuk pengiriman const uint64_t addresses = 0xF0F0F0F0E1LL;</pre>	<pre>//input library untuk nRF24L01 #include <SPI.h> #include <RF24.h> //inisiasi tipe data variabel float sensorValue; float tegangan; float kekeruhan2; //inisiasi pin nRF24L01+ dengan arduino RF24 radio(7, 8); //inisiasi pembuatan alamat komunikasi untuk pengiriman const uint64_t addresses = 0xF0F0F0F0E2LL;</pre>
(a)	(b)

Gambar 3.17 *Sketch* pemrograman arduino bagian pertama (a) untuk *transmitter* 1 dan (b) untuk *transmitter* 2

Sketch pemrograman arduino pada Gambar 3.12 menunjukkan bagian deklarasi variabel global yang berfungsi pada tiap program secara keseluruhan. Semua variabel global tersebut meliputi dengan pemasukan *library* untuk dapat mengoperasikan modul *transceiver* nRF24L01+, inisiasi selanjutnya yang dilakukan adalah pengenalan variabel yang akan digunakan dengan mendeklarasikan tipe data yang digunakan oleh variabel tersebut, inisiasi selanjutnya adalah mendeskripsikan pin nRF24L01+ yang digunakan dan dihubungkan dengan arduino. Setelah inisiasi dilakukan maka dilakukan pembuatan alamat untuk melakukan komunikasi, alamat yang digunakan untuk komunikasi harus berbeda antara 2 *transmitter* agar tidak terjadi pertukaran data yang tidak diinginkan.

<pre>void setup() { //keadaan mula-mula Serial.begin(9600); radio.begin(); //pengaturan untuk menggunakan software PLX-DAQ Serial.println("CLEARDATA"); Serial.println("LABEL,Current Time,Node 1 Sensor Value(NTU)"); //inisiasi parameter Data Rate dan Power Amplification nRF24L01+ radio.setPALevel(RF24_PA_MAX); // MIN, LOW, HIGH, MAX, radio.setDataRate(RF24_1MBPS); //2MBPS,1MBPS,250KBPS //mengatur channel untuk komunikasi radio.setChannel(115); //mengeset arduino untuk menjadi perangkat pengirim radio.openWritingPipe(addresses); radio.stopListening(); }</pre>	<pre>void setup() { //keadaan mula-mula Serial.begin(9600); radio.begin(); //pengaturan untuk menggunakan software PLX-DAQ Serial.println("CLEARDATA"); Serial.println("LABEL,Current Time,Node 2 Sensor Value(NTU)"); //inisiasi parameter Data Rate dan Power Amplification nRF24L01+ radio.setPALevel(RF24_PA_MAX); // MIN, LOW, HIGH, MAX, radio.setDataRate(RF24_1MBPS); //2MBPS,1MBPS,250KBPS //mengatur channel untuk komunikasi radio.setChannel(115); //mengeset arduino untuk menjadi perangkat pengirim radio.openWritingPipe(addresses); radio.stopListening(); }</pre>
(a)	(b)

Gambar 3.18 *Sketch* pemrograman arduino bagian kedua (a) untuk *transmitter* 1 dan (b) untuk *transmitter* 2

Sketch pemrograman selanjutnya pada Gambar 3.13 adalah bagian setup atau dapat disebut juga bagian pemrograman yang dijalankan hanya sekali dan untuk membuat keadaan awal sistem pengirim data. Keadaan awal pemrograman ini dimulai dengan menjalankan fungsi kecepatan data pada *port serial* diproses menjadi secepat 9600 bit/s setelah itu dimulai untuk mengaktifkan fungsi dari perintah radio yang selanjutnya dapat digunakan untuk mengatur parameter-parameter seperti kecepatan data rata-rata dan mengatur penguatan daya pancar. Kecepatan data rata-rata dapat diatur sampai dengan 3 variasi kecepatan data yaitu pada kecepatan 250 Kbps, 1 Mbps, 2 Mbps. Dan variasi penguatan daya pancar dengan mengubahnya menjadi MIN, LOW, HIGH, MAX yang berurutan memiliki nilai penguatan daya pancar -18 dBm, -12 dBm, -6 dBm, 0 dBm. Konfigurasi selanjutnya adalah pengaturan *channel* dengan variasi *channel* 0-125. Fungsi selanjutnya `radio.openWritingPipe (addresses);` dan `radio.stopListening ();` adalah program untuk mengatur arduino menjadi perangkat pengirim data dan dapat mengirimkan data melalui pengalamatan yang sudah dilakukan diawal program.

```
void loop() {
  //proses pembacaan data kekeruhan air
  sensorValue = analogRead(A0);
  tegangan = sensorValue * (5.0000 / 1023.0000);
  kekeruhan1 = ((tegangan-4.1393)/(-0.0006));
  //proses pengiriman data kekeruhan air
  radio.write( &kekeruhan1, sizeof(kekeruhan1) );
  Serial.print("DATA,TIME,");
  Serial.println(kekeruhan1);
  delay(1000);
}
```

(a)

```
void loop() {
  //proses pembacaan data kekeruhan air
  sensorValue = analogRead(A0);
  tegangan = sensorValue * (5.0000 / 1023.0000);
  kekeruhan2 = ((tegangan-4.1393)/(-0.0006));
  //proses pengiriman data kekeruhan air
  radio.write( &kekeruhan2, sizeof(kekeruhan2) );
  Serial.print("DATA,TIME,");
  Serial.println(kekeruhan2);
  delay(1000);
}
```

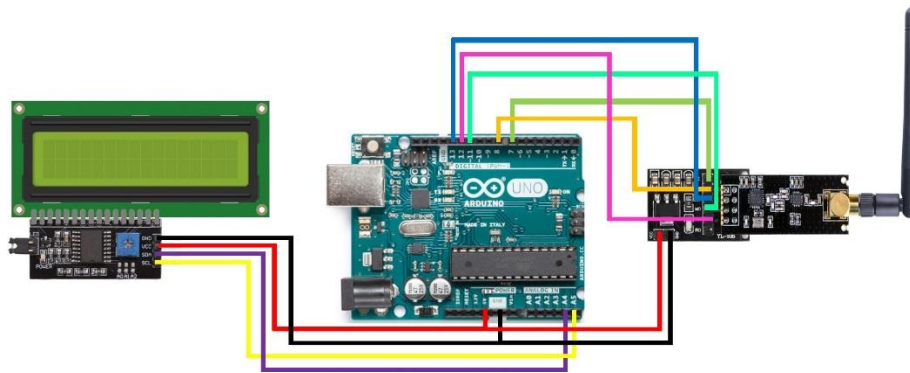
(b)

Gambar 3.19 *Sketch* pemrograman arduino bagian ketiga (a) untuk *transmitter* 1 dan (b) untuk *transmitter* 2

Fungsi `loop ()` pada *sketch* arduino seperti pada Gambar 3.14 digunakan setelah fungsi `setup ()` digunakan untuk menginisialisasi dan menetapkan kondisi mula-mula yang berguna untuk mengeksekusi perintah program yang telah dibuat. Fungsi `loop ()` ini akan secara aktif mengontrol *board* arduino secara berulang-ulang dan pada program yang terdapat pada fungsi ini adalah proses pembacaan sensor kekeruhan air

dan proses pengiriman data. Tidak ada perbedaan signifikan pada proses pembacaan sensor kekeruhan air pada perangkat *transmitter* 1 dan 2 dimana data kekeruhan air yang diperoleh dari proses penghitungan nilai tegangan keluaran dari sensor yang terbaca oleh arduino dapat diproses untuk dikirimkan kepada perangkat penerima. Agar proses pengiriman data menuju perangkat penerima bekerja secara beraturan digunakan delay (1000); yang akan memberikan waktu pengulangan program setiap 1000 ms atau pengambilan data kekeruhan air dan pengiriman data dilakukan setiap 1 menit sekali.

3.7 Perancangan Sistem Penerima Data



Gambar 3.20 Skematik rangkaian penerima data kekeruhan air

Sistem penerima data dirancang menggunakan mikrokontroler arduino uno sebagai pemroses program yang telah dirancang pada perangkat lunak. Pada rangkaian penerima data akan bekerja apabila sistem pengirim data telah bekerja dan dapat mengirimkan data, ketika pengirim data telah mengirimkan data maka sistem penerima akan mengklasifikasikan data berdasarkan alamat yang dimiliki oleh data yang datang. Data tersebut akan ditampilkan menggunakan layar LCD agar diketahui besar kekeruhan air yang terdeteksi pada sistem pengirim data. Pada tampilan LCD akan berisi dua data kekeruhan air yang terdeteksi oleh dua sensor yang memungkinkan untuk dapat membaca dua data yang diperoleh secara bersamaan. Pada tahap pengujian daya pancar modul *transceiver* nRF24L01+ layar LCD tidak digunakan karena data akan disimpan langsung ke Microsoft Excel menggunakan aplikasi PLX-DAQ agar pengolahan data dapat dilakukan secara *real time*.

Wahyu Luqmanul Hakim, 2019

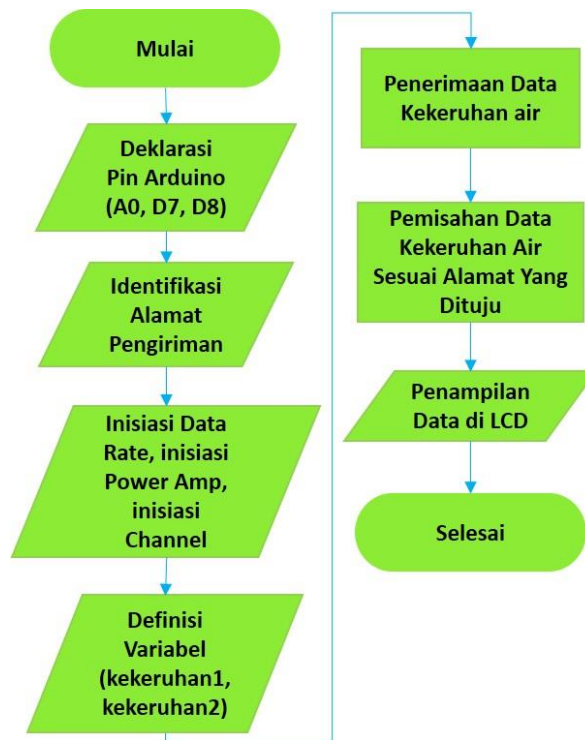
ANALISIS KINERJA SISTEM TELEMETRI KEKERUHAN AIR BERBASIS MIKROKONTROLER

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tabel 3.5
Konfigurasi seluruh pin komponen dengan arduino uno

Komponen	Pin Komponen	Pin Arduino Uno
LCD dengan I2C Adaptor	VCC	5V
	GND	GND
	SDA	A4
	SCL	A5
nRF24L01+PA+LNA	VCC	5V
	GND	GND
	CE	D7
	CSN	D8
	MOSI	D11
	MISO	D12
	SCK	D13

Tabel 3.5 menunjukkan konfigurasi pin tiap komponen dari hasil perancangan perangkat keras pada Gambar 3.20. Setelah melakukan perancangan perangkat keras, dilanjutkan dengan melakukan perancangan perangkat lunak untuk sistem penerima data. Perancangan perangkat lunak dilakukan dengan membuat diagram alir yang berupa langkah-langkah pemrograman sistem penerimaan data kekeruhan air. Diagram alir pemrograman ditunjukkan pada Gambar 3.21.



Gambar 3.21 Diagram alir pemrograman sistem penerima data

Skema berfikir dari diagram alir pemrograman sistem penerima data pada Gambar 3.21 dapat dijadikan kerangka berfikir untuk pembuatan program pada *software* Arduino IDE. Program sistem telemetri kekeruhan air untuk perangkat penerima data kekeruhan air ditunjukkan melalui Gambar 3.22 dan 3.23.

Sketch pemrograman arduino untuk perangkat penerima pada Gambar 3.22 menunjukkan deklarasi variabel global dan fungsi setup (). Pada bagian deklarasi program terdapat pemasukan *library* untuk dapat menjalankan modul *transceiver* nRF24L01+ dan juga modul LCD display yang telah terhubung dengan modul I2C. Pada tahap deklarasi variabel global tersebut terdapat tahapan untuk mendeklarasikan pin arduino yang terhubung dengan LCD dan modul *transceiver* nRF24L01+ dan dilanjutkan dengan pemberian alamat komunikasi, alamat komunikasi yang digunakan disamakan dengan alamat yang dituju oleh perangkat pengirim data sehingga perangkat penerima dapat menerima pengiriman data pada jalur yang telah dikenali oleh perangkat penerima data.


```

//input library untuk LCD dan nRF24L01+
#include <SPI.h>
#include <RF24.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
//inisiasi pin LCD I2C dengan arduino
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 20, 4 );
//inisiasi pin nRF24L01+ dengan arduino
RF24 radio(7, 8);
//inisiasi pembuatan alamat komunikasi
const uint64_t addresses[] = { 0xF0F0F0F0E1LL, 0xF0F0F0F0E2LL};
void setup() {
//keadaan mula-mula
  Serial.begin(9600);
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  radio.begin();
//pengaturan untuk menggunakan software PLX-DAQ
  Serial.println("CLEARDATA");
  Serial.println("LABEL,Current Time,Node 1 Sensor Value (NTU),Node 2 Sensor Value (NTU)");
//inisiasi parameter Data Rate dan Power Amplification nRF24L01+
  radio.setPALevel(RF24_PA_MAX); //MIN, LOW, HIGH, MAX,
  radio.setDataRate(RF24_1MBPS); // 2MBPS,1MBPS,250KBPS
//mengatur channel untuk komunikasi
  radio.setChannel(115);
//mengeset arduino untuk menjadi perangkat penerima
  radio.openReadingPipe(1, addresses[0]);
  radio.openReadingPipe(2, addresses[1]);
  radio.startListening();
}

```

Gambar 3.22 *Sketch* pemrograman arduino bagian pertama untuk perangkat penerima data

Setelah deklarasi variabel global dilakukan, tahapan selanjutnya adalah tahap inisiasi program didalam fungsi setup () yang akan menjalankan fungsinya sekali saja diawal program pada saat program dijalankan. Pada tahap ini proses inisiasi fungsi seperti fungsi komunikasi serial pada port arduino dan fungsi LCD dan modul *transceiver* dimulai. Sehingga modul *transceiver* dapat diatur parameternya seperti parameter kecepatan data rata-rata, penguatan daya pancar yang diberikan dan juga pengaturan *channel* yang akan digunakan. Ketiga parameter tersebut haruslah sama dengan parameter yang telah diatur pada perangkat pengirim data agar perangkat penerima data dapat bekerja untuk menerima data. Fungsi `radio.openReadingPipe (1, addresses [0]);` berfungsi sebagai pengaturan arduino agar dapat membaca data pada alamat pertama dan alamat kedua pada `(2, addresses [1]);` dan fungsi `radio.startListening ();` adalah program untuk mengatur arduino menjadi perangkat

penerima data sehingga arduino akan menunggu data yang dikirim melalui perangkat pengirim data.

```
void loop() {  
  //proses penerimaan data kekeruhan air  
  float kekeruhan1;  
  float kekeruhan2;  
  //menunggu pesan yang dikirim untuk alamat pertama  
  if (radio.available(addresses[0])) {  
    radio.openReadingPipe(1, addresses[0]);  
    radio.read( &kekeruhan1, sizeof(kekeruhan1));  
    Serial.print("DATA,TIME,");  
    Serial.println(kekeruhan1);  
    lcd.setCursor(0, 0); //baris kedua  
    lcd.print("SEN1:");  
    lcd.print(kekeruhan1);  
    lcd.print(" NTU");  
    delay(1000);  
  }  
  //menunggu pesan yang dikirim untuk alamat kedua  
  else if (radio.available(addresses[1])) {  
    radio.openReadingPipe(2, addresses[1]);  
    radio.read( &kekeruhan2, sizeof(kekeruhan2));  
    Serial.print("DATA,TIME,,");  
    Serial.println(kekeruhan2);  
    lcd.setCursor(0, 1); //baris kedua  
    lcd.print("SEN2:");  
    lcd.print(kekeruhan2);  
    lcd.print(" NTU");  
    delay(1000);  
  }  
}
```

Gambar 3.23 *Sketch* pemrograman arduino bagian kedua untuk perangkat penerima data

Setelah tahap inisiasi dilakukan, tahap selanjutnya yang dilakukan adalah tahap pemulaian program yang diulang-ulang yaitu program untuk penerimaan data. Pada fungsi loop () seperti pada Gambar 3.23 ditunjukkan bahwa terdapat dua fungsi penerimaan data agar data yang diperoleh dari dua perangkat pengirim data dapat dipisahkan sesuai dengan alamatnya masing-masing fungsi *loop* untuk menerima data diberi *delay* agar proses penerimaan data dapat dilakukan secara beraturan.